

Atty. Dkt No.  
33035M086

#2  
PATENT

10971 U.S. PTO  
10/087948

03/05/02

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: Hiromi NAKANISHI et al.

Serial No.: New

Group Art Unit: To Be Assigned

Filed: March 5, 2002

Examiner: To Be Assigned

For : OPTICAL COMMUNICATION DEVICE

CLAIM FOR FOREIGN PRIORITY

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Under the provisions of Section 119 of 35 U.S.C., Applicants hereby claim the benefit of Japanese application No. 2001-061653 filed in Japan on March 6, 2001, relating to the above-identified United States patent application.

In support of Applicants' claim for priority, a certified copy of said Japanese application is attached hereto.

Respectfully submitted,  
SMITH, GAMBRELL & RUSSELL, LLP

By: 

Michael A. Makuch, Reg. No. 32,263  
1850 M Street, N.W., Suite 800  
Washington, D.C. 20036  
Telephone: (202) 659-2811  
Fax: (202) 263-4329

March 5, 2002

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

J0971 U.S. PRO  
10/087948  
03/05/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月 6日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-061653

出 願 人

Applicant(s):

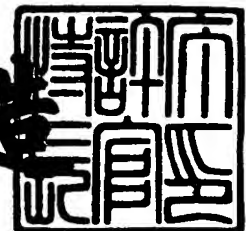
住友電気工業株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年12月21日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 101H0010

【提出日】 平成13年 3月 6日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01L 31/02  
H01L 21/60  
H01S 03/18

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号住友電気工業株式会社大阪製作所内

【氏名】 中西 裕美

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号住友電気工業株式会社大阪製作所内

【氏名】 工原 美樹

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代表者】 岡山 紀男

【代理人】

【識別番号】 100079887

【住所又は居所】 大阪府大阪市東成区中道3丁目15番16号毎日東ビル  
7 0 5

【弁理士】

【氏名又は名称】 川瀬 茂樹

【電話番号】 06-6974-6321

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000516

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9715687

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光通信装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板（光学ベンチ）の片側に光信号を送信、受信する光学系を搭載し、残る片側に電気・電子素子を搭載したことを特徴とする光通信装置。

【請求項 2】 基板（光学ベンチ）の片側に光送信機能もしくは光受信機能またはその双方を構成し、残る片側に上記機能を実現するための電気回路の一部を配置したことを特徴とする光通信装置。

【請求項 3】 光学的結合手段と発光素子もしくは受光素子が一つの光学ベンチの片側の面に配置され、この光学ベンチの残る片側に電気回路を構成したことを特徴とする光通信装置。

【請求項 4】 光学ベンチの残る片側に回路用基板を配置して、この表面に電気回路が形成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の光通信装置。

【請求項 5】 光学的結合手段が光ファイバであることを特徴とする請求項 3 に記載の光通信装置。

【請求項 6】 光学的結合手段が光導波路である事を特徴とする請求項 3 に記載の光通信装置。

【請求項 7】 光学ベンチがセラミック基板であることを特徴とする請求項 3 に記載の光通信装置。

【請求項 8】 光学ベンチが Si 基板 (Si ベンチ) であることを特徴とする請求項 3 に記載の光通信装置。

【請求項 9】 Si ベンチの片側に溝を形成し、ここに光ファイバを固定し、光結合をとるように半導体レーザとそのモニタフォトダイオードを配置し、前記 Si ベンチの残る片側を回路基板に固定し、回路基板の半導体レーザ搭載側に、半導体レーザ駆動用の第 1 の半導体回路チップを配置し、回路基板の残る片側に、モニタフォトダイオードの出力電流からの信号により半導体レーザの駆動電流を制御する第 2 の半導体回路チップを配置した光通信装置。

【請求項 10】 Si ベンチの片側に溝を形成し、ここに光ファイバを固定

し、光結合をとれるようにフォトダイオードを配置し、前記 Si ベンチの残る片側を回路基板に固定し、回路基板のフォトダイオード搭載側に第 1 の半導体回路チップである前置増幅器を配置し、回路基板の残る片側に、上記前置増幅器からの信号を処理する第 2 の半導体回路チップを配置した事を特徴とする光通信装置。

【請求項 1 1】 Si ベンチの片側に溝を形成し、ここに光ファイバを固定し、光結合をとるように半導体レーザとそのモニタフォトダイオードを配置し、前記 Si ベンチの残る片側を回路基板に固定し、回路基板の半導体レーザ搭載側に、半導体レーザ駆動用の第 1 の半導体回路チップを配置し、回路基板の残る片側に、モニタフォトダイオードの出力電流からの信号により半導体レーザの駆動電流を制御する第 2 の半導体回路チップを配置した光送信器と、Si ベンチの片側に溝を形成し、ここに光ファイバを固定し、光結合をとれるようにフォトダイオードを配置し、前記 Si ベンチの残る片側を回路基板に固定し、回路基板のフォトダイオード搭載側に第 1 の半導体回路チップである前置増幅器を配置し、回路基板の残る片側に、上記前置増幅器からの信号を処理する半導体回路チップを配置した光受信器を並列させて設けた事を特徴とする光通信装置。

【請求項 1 2】 基板の光学系を搭載した面にリードフレームを有し、基板の裏面側の電気回路基板と接合される面にもリードフレームを有し、上下に複数段のリードフレームがあって、外部に突出し、外部回路に接続するようにしたことを特徴とする請求項 1 ～ 1 1 の何れかに記載の光通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信に用いる送信器、受信器ならびに送受信器に関する。特に発光素子や受光素子の表面実装技術を利用し、さらに電子回路部分も取り込んで、小型、低コストの光通信装置を提供するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

図 1、図 2 に従来の光通信装置の形態を示す。ケース 1 の中に、回路基板 2、

光素子3、第1 IC4、第2 IC5、抵抗やコンデンサなどであるR/C素子6、7を含む。基板2は平板状のプリント基板であり、配線パターンが印刷され、IC4、5のピンが配線パターンの穴に挿入固定される。光素子3というのは光電変換素子であって、フォトダイオード(PD)、レーザダイオード(LD)、発光ダイオード(LED)などを意味する。

## 【0003】

光素子3がLD、LEDの場合は送信器であり、LD、LEDは送信光を発する光源となる。IC4、5は送信信号を増幅してLD駆動用電流とする駆動用ICなどに該当する。

## 【0004】

光素子3がPDの場合は受信器でありPDが受信光を感受する。IC4、5はPDの光電流を増幅する増幅器などである。内部空間8には図1のように樹脂が充填されることもある。樹脂封止でなくケースに封入されることもある。その場合は、ケース1内部の空間8はハーメチックシールされている。ケースは金属ケースであることもありセラミックケースであっても良い。

## 【0005】

図1、2のような従来構造は例えば、

①特開平7-106608号「光受信装置」によって提案されている。

## 【0006】

図1、2のモジュールにおいて、光素子3は金属パッケージに収容された独立のデバイスであり、ピン9の先端がプリント基板2の配線パターンに半田付けされている。光素子3、回路基板2、IC4、5等はケース1に収容される。ケース1は金属製であり、外部ヘリードピンが出ているが図示を略している。光素子3の先端には、円筒型レセプタクル10が突き出ている。相対向する光通信装置へ或いは相対向する光通信装置から信号光を伝搬する光ファイバ11の先端がレセプタクル10に挿入される。受信器(光素子3がPD)の場合は光ファイバ11の信号を受信するし、送信器(光素子3がLD)の場合は光ファイバ11へ送信信号を送出する。

## 【0007】

図 1、図 2 に現れる従来例のデバイスのうち光素子 3 が LD としてその詳細な断面図を図 3 に示す。光素子 3 は独立の素子であり金属ケースに収容されその内部はやや複雑である。円盤状の金属ステム 1 2 にはポール 1 5 が形成されておりポール 1 5 の側壁に LD チップ 1 3 が取り付けられる。ステム 1 2 の中央部にモニタ用 PD 1 4 が取り付けられる。LD 1 3 の前方光を集光するためレンズ 1 6 が円筒形キャップ 1 7 によって保持される。ステム 1 2、PD 1 4、LD 1 3、レンズ 1 6、キャップ 1 7 などは円筒形金属のスリーブ 1 8 によって包囲される。

## 【 0 0 0 8 】

前方光はレンズ 1 6 で集光されスリーブ 1 8 の開口部 1 9 を通り光ファイバ 1 1 に入射する。LD 1 3 の後方光はモニタ用 PD 1 4 に入る。ステム 1 2 から突き出るリードピン 9 は LD への駆動電流を導入し、モニタ PD の逆バイアス電圧とモニタ信号を出力するためのものである。金属製スリーブ 1 8 とステム 1 2 によって内部空間は密封される。

## 【 0 0 0 9 】

②中谷晋「MU インタフェース小型 1 5 5 M b / s 3 R 光送受信モジュール」1 9 9 9 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会、B - 1 0 - 1 1 2、p 2 8 9 は、レセプタクル型光結合部を有し図 1、図 2 のような送信部と受信部を平行に設けたモジュールを提案している。つまりレセプタクル + LD + 電気回路基板とレセプタクル + PD + 電気回路基板が平行に設けられたモジュールである。

## 【 0 0 1 0 】

③宍倉正人、平高敏則、吉田幸司、立野公男、辻伸二、「低容量オプティカルベンチを用いたプラスチック PIN - AMP モジュールの高感度化」は、オプティカルベンチ（基板）の上に PD と IC（AMP）を搭載し、さらにベンチ前半に光ファイバを載せた受信モジュールを提案している。ベンチも光ファイバもプラスチックパッケージの内部に収容される。プラスチックパッケージの内部空間は樹脂が充填されている。表面実装型モジュールの一例として挙げる。

## 【 0 0 1 1 】

④堀田一、中村努、内藤勝好、酒井隆行、田下洋吏、有元洋志、関根善吉、須藤



誠「高出力平面実装型LDモジュール」1998年電子情報通信学会総合大会、C-3-7、p173は、Siベンチの上に光ファイバ、LDチップ、PDチップを設けSi基板をプラスチックパッケージに収容したLDモジュールを提案している。これは電気回路、ICなどはなくて、光素子だけをSi基板の上に搭載している。表面実装型モジュールの例として挙げた。

## 【0012】

## 【発明が解決しようとする課題】

図1、図2に示した①、②によって提案された送信器、受信器は、半導体レーザ(LD)とフォトダイオード(PD)がこれ以上小型化できない金属製パッケージに収納されている。金属パッケージの為に体積が大きくなる。さらに、その後部に電気回路(駆動IC、増幅器IC)が続くような構造になっている。そのためモジュール全体としてかなり厚みがあり長さもある。このような構造では多少工夫しても厚み方向にも長さ方向も小型化に限界がある。また部品点数も多く、コスト、容積低減にも限界がある。

## 【0013】

先述の表面実装はデバイスの厚み方向を薄くするという効果がある。本発明もまた厚みを減らすため表面実装を採用する。それは、Siベンチの上に半導体レーザ(LD)やフォトダイオード(PD)を実装し、面平行に光ファイバや導波路を設けLD・PDと結合するというものである。表面実装技術そのものは、既に知られており、先述の従来技術④は、半導体レーザチップ(LD)をSi基板上に平面実装しプラスチックパッケージに収納したLDモジュールの例である。従来技術③はフォトダイオードチップ(PD)をSi基板上に平面実装しプラスチックパッケージに収納したPDモジュールの例である。

## 【0014】

③、④のどちらも電子回路素子(LD駆動IC、信号増幅回路、信号整形回路)をそれ自身に含まない。電子回路素子は独立の回路基板に設けられる。後段の回路基板と電氣的接続をとるために、これらのモジュールは平行に配置されたりードピンを有する。リードピンを、電子回路素子を実装した回路基板に半田付けする。これによりこれらモジュールは電子回路素子と接続されるとともに、回路

基板に固定される。

【0015】

従って図1、図2における金属製パッケージ内の半導体レーザ（LD）デバイスやフォトダイオード（PD）デバイスを、単に表面実装のSi基板上の半導体レーザチップやフォトダイオードチップに置き換えても、長手方向の寸法は殆ど小さくならない。

【0016】

以上のような課題を解決し、厚み方向にも長さ方向にも小型化を実現できる光通信装置（光送受信器、光受信器、光送信器）を提供することが本発明の第1の目的である。部品点数を少なくし実装工程を簡略化して低コストの光通信装置（光送受信器、光受信器、光送信器）を提供することが本発明の第2の目的である。

【0017】

【課題を解決するための手段】

表面実装のために基板の上面に光学系素子を搭載し、下面に電気回路素子を搭載したことが本発明の光通信の特徴である。表面実装方式というのは平坦な基板を必要とする。その基板の裏面に電子・電気素子を、表面に光学・光電素子を実装する。電子・電気素子と光学・光電素子を表面と裏面に振り分ける、ということに本発明の根本がある。表面は従来から利用されているが裏面は利用されていなかった。未利用であった裏面を電子・電気素子に割り当てるのである。裏面空間を積極的に利用したということである。表面の光電素子の配線パターンと裏面の電子素子の配線パターンとは垂直の配線（スルーホール）等によって接続することができる。

【0018】

リードフレームとの接合が少し複雑になるが、リードフレームの中央部の接合部分に穴を開けておいて電子素子に接触しないようSi基板の底面に接合すればよいことである。

【0019】

裏面に電子回路素子を付けているから電子回路素子の実装面積を節減すること

ができる。だからデバイスの長さを約半分に減らすことができる。これが小型化に大きく資する。基板の寸法も縮減できるし、パッケージをも小さくできる。だからコストを低減できる。

## 【 0 0 2 0 】

それに光電素子とそれに対応する電子回路素子をより短い配線によって接続できる。配線長が短いから誘導  $L$ 、抵抗  $R$  が減少して応答性が改善される。

## 【 0 0 2 1 】

これに対して本発明者は、表面実装の  $Si$  基板の裏側の空間を積極的に利用するという新たな構成を考案した。

## 【 0 0 2 2 】

## 【発明の実施の形態】

## 〔光通信装置の種類〕

本発明は、光送信器 ( $LD$ )、光受信器 ( $PD$ )、光送受信器 ( $LD/PD$ ) の、いずれの光通信装置にも適用することができる。

## 【 0 0 2 3 】

## 〔光学系素子〕

基板の上面に光学系装置を設けるが、光学系装置というのは信号伝送系と光電素子を含む。光学的結合手段は、送信光、受信光を伝搬させる媒体である。光ファイバの場合と光導波路の場合がある。光電素子というのは、送信器の場合は  $LD$ 、 $LED$ 、モニタ  $PD$  であり、受信器の場合は、 $PD$ 、 $APD$  である。

## 【 0 0 2 4 】

## 〔電氣的素子〕

基板裏面に取り付けるべき電氣的素子を述べる。送信器の場合は、送信すべき信号を増幅し  $LD$  を駆動する駆動用  $IC$ 、モニタ  $PD$  信号によって  $LD$  電流の全体レベルを調整する  $IC$  などである。受信器の場合は、光電流を増幅する前置増幅器、その信号をさらに処理する (二値化、復調)  $IC$  などである。共通の部品としては電源電圧安定用のコンデンサ  $C$ 、ノイズ遮断のための  $RC$ 、 $LRC$  フィルタなどがある。

## 【 0 0 2 5 】

### 〔基板の種類〕

本発明は基板の両面に光学素子と電気素子を振り分けて実装するのだから、基板は不可欠である。基板は平坦であって絶縁表面をもてばよいのである。Si単結晶基板を使うことができる。Si基板の場合は、光ファイバを挿入固定するV溝をエッチングによって作製できる。SiO<sub>2</sub>系光導波路を作ることにもできる。さらにアルミナなどのセラミックを基板とすることもできる。プラスチックの板を基板とすることも可能である。この場合は金型で一挙に成形するので光ファイバ固定用V溝や素子を取り付けるための段差は金型形状によって付与できる。上下の配線を接続するためにはスルーホールなどを基板に設ける必要がある。金属板の両面に絶縁膜を設けたものをも基板とすることができる。

### 【0026】

#### 〔配線パターン〕

基板裏面は電気電子素子が付くのでCu、Al、Auなどの配線パターンを印刷、エッチングなどによって設ける必要がある。基板表面もLD、PDなどの光電素子を付けるのでそのための電源供給、信号入出力のための配線パターンが必要である。だからワイヤボンディングも表裏二回分行わなくてはならない。

### 【0027】

#### 〔実施例〕

#### 〔実施例1；光送信器（図4、図5、図6、図7）〕

本発明は、光送信器、光受信器、光送受信器の何れにも適用できる。

光送信器の実施例を述べる。図4、図5に実施例1の平面図、縦断面図を示す。これに対応する従来例（図1、図2）は、単に構成要素を信号の流れにそって長手方向に並べたものである。だから素子の全長が長いという欠点があった。実施例1では、基板20の上面に光電素子21と第1IC22を、下面に第2IC25、R/C素子26、27を取り付ける。前端にはレセプタクル23を有し、これに光ファイバ24を挿入するようになっている。だから長手方向寸法が短いという優れた利点がある。

### 【0028】

ここで光電素子21は信号光を発生するレーザダイオード（LD）である。第

1 I C 2 2 は L D 駆動用 I C である。第 1 I C 2 2 は L D 2 1 と A u 線によって直結できる。だから高速動作をさせることができる。歪の少ない良好な波形をもつ送信光を発生することができる。

#### 【 0 0 2 9 】

第 2 I C 2 5 はモニタ用 P D の検出電流から L D への駆動電流を制御する A P C (AUTO POWER CONTROL) I C である。上下の短い配線によって L D と接続できるからノイズに強く、無駄のない配置になる。

#### 【 0 0 3 0 】

図 6、図 7 は光素子の部分の平面図、縦断面図である。これによって光素子の部分をさらに説明する。光素子内部の骨格部として S i 基板 2 8 を用いる。ここで装置全体の基板 2 0 と内部の S i 基板 2 8 を混同してはならない。(1 0 0) 面を有する S i 基板 2 8 上にケミカルエッチングによって大小の V 溝を形成する。S i 基板 2 8 には L D、P D を取り付けるべき位置にフォトリソグラフィによってマークを付けておく。半導体レーザチップ (L D) 3 0 とモニタ用 P D 2 9 を V 溝の延長線上の S i 基板面マーク位置に固定する。

#### 【 0 0 3 1 】

S i 基板面の大小の V 溝にフェルール 3 2 と光ファイバ 3 1 を固定する。これによって表面実装型の L D 2 1 を作製する。これを図 4、5 のように回路基板 2 0 の上面前端部に付けるようにする。ケース 3 8 によって上下に素子を付けた回路基板 2 0 を覆う。ケース 3 8 の前端にはレセプタクル 2 3 があってこれがフェルール 3 2 を保持する。ケース 3 8 の内部空間には樹脂を充填することもある。窒素ガスを充填することもできる。ここではケース 3 8 の内部に樹脂を充填している例を図示している。

#### 【 0 0 3 2 】

#### [ 実施例 2 ; 光受信器 ( 図 4、図 5、図 8、図 9 ) ]

光受信器の実施例を述べる。図 4、図 5 に実施例 2 の平面図、縦断面図を示す。これは実施例 1、2 に共通であり光素子と I C を少し読み変える必要がある。実施例 2 では、基板 2 0 の上面に光電素子 2 1 と第 1 I C 2 2 を、下面に第 2 I C 2 5、R / C 素子 2 6、2 7 を取り付ける。前端にはレセプタクル 2 3 を有し

、これに光ファイバ24を挿入するようになっている。

#### 【0033】

ここで光電素子21は受信光を受信するフォトダイオード(PD)である。第1IC22、第2IC25は、主増幅器ICや、波形整形・タイミング調整IC、バッファICなどである。この場合も、PDからICまでが、回路基板を通じて短い配線によって接続でき、良好な高周波特性が得られる。

#### 【0034】

図8、図9は光素子の部分の平面図、縦断面図である。これによって光素子の部分をさらに説明する。光素子内部の骨格部としてSi基板33を用いる。(100)面を有するSi基板33上にケミカルエッチングによって大小のV溝を形成する。Si基板33にはPD34、IC35(前置増幅器)を取り付けるべき位置にフォトリソグラフィによってマークを付けておく。フォトダイオードチップ(PD)34と前置増幅器IC35をV溝の延長線上のSi基板面マーク位置に固定する。Si基板33面の大小のV溝にフェルール37と光ファイバ36を固定する。これによって表面実装型のPD21を作製する。

#### 【0035】

これを図4、5のように回路基板20の上面前端部に付けるようにする。ケース38によって上下に素子を付けた回路基板20を覆う。ケース38の前端にはレセプタクル23があってこれがフェルール32を保持する。ケース38の内部空間には樹脂を充填することもある。窒素ガスを充填することもできる。ここではケース38の内部に樹脂を充填している例を図示している。

#### 【0036】

実施例1、2において、精度を要求しないときは、Siベンチはアルミナのようなセラミック製基板で置き換えてもよい。半導体レーザ(LD)やフォトダイオード(PD)の形状は実装さえできれば任意である。上下面に実装するICや部品の個数は任意であり、用途によって自由に選択することができる。

#### 【0037】

今まで表面実装で厚みが薄くなるということしか考えられなかったのに対し、本発明の基本的な思想は一步進んで基板裏面にも素子を実装するということであ

る。本発明は、基板の裏側を有効に利用し、装置の幅と長さをほぼ半減し、厚みも数割薄くできるという優れた効果を得る。

## 【 0 0 3 8 】

図 1、図 2 の従来例装置では、光電素子 3 の金属パッケージの直径が 7 ～ 8 m m になり、全体厚みは 1 0 m m 近くになった。これに対して、図 4、図 5 の装置では裏面の電子回路を入れても光コネクタの厚みをこえない 7 m m 程度に仕上げる事ができる。

## 【 0 0 3 9 】

## 〔実施例 3；光送受信器（図 1 0）〕

光通信では、送信器と受信器はペアで使われる。従来の送受信器構造は図 1 1 のように送信器と受信器を並列させた大型のものになる。従来例の図 1 1 は、図 1、図 2 の送信器、受信器を二つ並べてケース 1 に封入しただけである。送信器は第 1 回路基板 2 の上に構成される。金属ケースに封入された L D 3 をピン 9 によって第 1 の回路基板 2 の配線に半田付けし、L D 駆動用 I C 4、A P C 制御 I C 5、R / C 素子 6、7 を回路基板に半田付けしてある。金属ケース入り L D 3 の前端にはレセプタクル 1 0 が付いている。

## 【 0 0 4 0 】

受信器は第 2 回路基板 2' の上に構成される。金属ケースに封入された P D 3' をピン 9' によって第 2 の回路基板 2' の配線に半田付けし、主増幅器 I C、波形整形・タイミング調整 I C、バッファ I C などである I C 4'、5' と R / C 素子 6'、7' を回路基板に半田付けしてある。金属ケース入り P D 3' の前端にはレセプタクル 1 0' が付いている。このような従来装置は奥行きが長いし幅も大きいし厚みも大きい。三方向いずれにも大きすぎる。

## 【 0 0 4 1 】

実施例 3 は送受信器であり図 1 0 に示す。図 1 0 において、送信器と受信器が横に並列しているのは従来例の図 1 1 と同じであるが、個々の送信器、受信器が小さいから、送受信器全体としても小さいものになっている。送信器、受信器は図 4、5 に示すものである。

## 【 0 0 4 2 】

送信器は、基板 2 0 の上面に LD モジュール 2 1 と第 1 I C 2 2 を、下面に第 2 I C や R / C 素子を取り付けた構造となっている。前端にはレセプタクル 2 3 を有し、これに光ファイバ 2 4 を挿入するようになっている。LD モジュール 2 1 は図 6、7 に示す通りで、LD とモニタ PD を有する。I C は LD 駆動用 I C や A P C 制御 I C などである。

## 【 0 0 4 3 】

受信器は、基板 2 0 ' の上面に PD モジュール 2 1 ' と第 1 I C 2 2 ' を、下面に第 2 I C や R / C 素子を取り付けた構造となっている。前端にはレセプタクル 2 3 ' を有し、これに光ファイバ 2 4 ' を挿入するようになっている。PD モジュール 2 1 ' は図 8、9 に示す通りで PD と前置増幅器 I C を有する。I C は主増幅器 I C、波形整形・タイミング調整 I C、バッファ I C などである。

## 【 0 0 4 4 】

図 1 1（従来例）と本発明の図 1 0 を比較すれば本発明による小型化の効果が歴然と分かる。奥行き、幅、厚みともに小さくなっている。このように小型化できると、よりファイバ間隔の狭い光コネクタを使うことができるというメリットも得られる。

## 【 0 0 4 5 】

[ 実施例 4 ; S i 基板を用いた光送信器 ( 図 1 2、図 1 3、図 1 4 ) ]

図 1 2 は S i 基板を用いた光送信器の実施例を示す。これは LD 3 0、モニタ PD 2 9、LD 駆動 I C 4 4、A P C 制御 I C 4 6 等を有するデバイスである。素子の支持構造は 3 つあって複雑な構造となっている。

## 【 0 0 4 6 】

広い回路基板 4 0 と、その上の一部に乗っている液晶ポリマーのサブマウント 4 1 と、光電素子を載せる為の S i ベンチ 4 3 である。回路基板 4 0 は矩形の板である。S i ベンチ 4 3 には、送信信号を発生する LD チップ 3 0、そのパワーを監視するためのモニタ用 PD 2 9 が搭載される。S i ベンチ 4 3 の前方には後ろに凹段部を有する液晶ポリマーのサブマウント 4 1 が設けられる。サブマウント 4 1 は回路基板 4 0 の上面に接合されている。サブマウント 4 1 は光ファイバ 3 1 を支持する。サブマウント 4 1 には下段部 4 2 があって、光ファイバ 3 1 先



端のフェルール 3 2 を保持するようになっている。

【 0 0 4 7 】

このようにポリマーサブマウント 4 1 と S i ベンチ 4 3 が別になっているのは高価な S i 単結晶材料を節約しコストを削減するためである。厳密な位置合わせが必要なのは光ファイバ端と L D 3 0 の間だけであるからここだけを S i ベンチによって位置合わせしている。

【 0 0 4 8 】

回路基板 4 0 には配線パターンが印刷されている。あるパターンの上に L D 駆動用 I C 4 4 が実装される。駆動用 I C 4 4 の入力信号用電極、電源電極、グラウンド電極などはワイヤによって、回路基板 4 0 上の配線パターン 4 5 に接続される。L D 駆動用 I C 4 4 の出力電極は L D 3 0 の電極にワイヤによって接続される。さらに回路基板 4 0 の裏面には A P C 制御 I C 4 6 やその他の I C が取り付けられている。図 1 2 においてフェルールの先端から回路基板の後端までの距離は約 1 5 m m 、回路基板 4 0 の幅は約 5 m m である。

【 0 0 4 9 】

この実施例では回路基板 4 0 は後端に図 1 3 に示すように平行の電極パターンの集合であるカードエッジ部 5 1 を有する。外部回路との接続は、カードエッジ部 5 1 によって行う。

これらの素子は透明樹脂、保護樹脂によって一部が被覆される。さらにその上に硬質の樹脂によってモールドされ、樹脂封止パッケージ構造の素子となる。

【 0 0 5 0 】

図 1 3 が樹脂封止したものの縦断面図である。透光性の柔軟な樹脂（ポッティング樹脂） 4 8 によって光ファイバ 3 1 と L D 3 0 、モニタ P D 2 9 を含む空間を充たす。これは例えば透明なシリコーン系樹脂である。さらに駆動用 I C 4 4 を柔軟な保護樹脂 4 9 によって被覆する。回路基板 4 0 下の A P C - I C 4 6 も保護樹脂 4 9 によって被覆する。フェルール 3 2 の先端には、レセプタクル 2 3 を嵌合し、これを型に入れてモールド樹脂 5 0 を型に導入し全体を包囲し固化させる。これでプラスチックモールド型の素子ができる。全体の構造を説明した。

## 【 0 0 5 1 】

次に製造の手順をより具体的に述べる。

## 【 0 0 5 2 】

幅 1. 5 mm×長さ 2. 0 mm×厚み 1 mm の ( 1 0 0 ) S i 基板 4 3 にエッチングによって光ファイバを固定する V 溝 4 7 を形成する。蒸着とフォトリソグラフィによって、半導体レーザ LD 3 0 とモニタフォトダイオード (MPD) 2 9 とを固定するためのメタライズパターンを S i 基板 4 3 上に形成する。

## 【 0 0 5 3 】

適当な配線パターンを表裏に形成したプリント回路基板 4 0 を準備する。プリント回路基板 4 0 の表面に LD 駆動用 IC 4 4 を、裏面側に APC 制御用 IC 4 6 を予め実装しておく。

## 【 0 0 5 4 】

凹段部を有する液晶ポリマーサブマウント (幅 3. 5 mm×長さ 6. 0 mm×厚み 1. 0 mm) 4 1 を準備する。プリント回路基板 4 0 の上で LD 駆動用 IC 4 4 の前にサブマウント 4 1 をエポキシ系樹脂によって接着固定する。液晶ポリマーサブマウント 4 1 の凹部に S i 基板 4 3 を接着する。つまりプリント回路基板 4 0 の上にサブマウント 4 1 が載っており、サブマウント 4 1 の上に S i 基板 4 3 が載っている。

## 【 0 0 5 5 】

LD 3 0 (幅 3 0 0  $\mu$  m×長さ 3 0 0  $\mu$  m×厚み 1 2 0  $\mu$  m) と MPD 2 9 (幅 4 0 0  $\mu$  m×長さ 4 0 0  $\mu$  m×厚み 2 0 0  $\mu$  m) を S i 基板 4 3 の所定のメタライズパターンへ順次半田付けする。

## 【 0 0 5 6 】

次にフェルール 3 2 に挿入された光ファイバ 3 1 の先端を S i 基板 4 3 の V 溝 4 7 に挿入し樹脂固定する。光ファイバ 3 1 の一部はサブマウント 4 1 に接着される。フェルール 3 2 はサブマウント 4 1 の下段部に接着される。

## 【 0 0 5 7 】

その後、素子の電極と配線パターンをワイヤボンディングによって接続することによって必要な配線を行う。その後、透光性 (シリコン系) 樹脂 4 8 でファ

イバとLDの間の光路部分をポッティングする。また特に透光性は問わないが、絶縁性のよいシリコン系保護樹脂49によってIC関係（駆動IC44、APC-IC46）をポッティングする。

【0058】

光送信器単体として使用する場合は、フェルールの先にレセプタクル23を付け全体をトランスファモールドで図13のような形状にすればよい。

【0059】

この例は、横幅を抑えるためにカードエッジ部51で電氣的インターフェイスを取っている。

【0060】

もちろん、横幅に少し余裕がある場合は、図14のように、左右方向に短いリードを出すガルウイングタイプにしてもよい。

【0061】

光のインターフェイスは、図13のように光コネクタ用レセプタクル23をかぶせても良いし、図14のようにフェルール32をそのまま外部との光インターフェイスにしてもよい。

【0062】

図12から図14の構成で、得られた外形寸法（レセプタクルを除いて）は、12.7mmL×4.0mmH×6.0mmWであった。

同じ機能のモジュールを従来の図1、図2の構成で作ったところ、外形寸法は、25.4mmL×9mmH×9mmWと大きくなった。

【0063】

表面積では1/4.5に減少し、体積では1/6.75に低減している。大幅な小型化である。それによって本発明の著しい効果が確認される。

【0064】

[実施例5；Si基板を用いた光受信器（図15）]

図15にSi基板を用いた光受信器の実施例を示す。送信器と異なる点は、LDがPDに変わっている事、LDドライバICが、前置増幅器に置き代わっているということ、APC-ICが主増幅器（この図の場合の波形整形、タイミング

調整 IC を兼ねる) となる点である。効果は、送信器の場合と同様である。

【 0 0 6 5 】

これは PD 3 4、前置増幅器 3 5、主増幅器 5 3 等を有するデバイスである。

【 0 0 6 6 】

実施例 4 と同様の支持構造をもつ。回路基板 4 0 は矩形の板である。Si ベンチ 4 3 には、ファイバを伝搬してきた信号を受信する PD チップ 3 4 が搭載される。PD 3 4 の後方の回路基板 4 0 の上面に、PD の光電流を増幅するための増幅器 3 5 が設けられる。Si ベンチ 4 3 の前方には後ろに凹段部 3 9 を有する液晶ポリマーのサブマウント 4 1 が設けられる。サブマウント 4 1 は回路基板 4 0 の上面に接合されている。サブマウント 4 1 は光ファイバ 3 6 を支持する。サブマウント 4 1 には下段部 4 2 があって、光ファイバ 3 6 先端のフェルール 3 7 を保持するようになっている。

【 0 0 6 7 】

回路基板 4 0 には配線パターンが印刷されている。あるパターンの上に前置増幅器 IC 3 5 が実装される。前置増幅器 3 5 の出力信号用電極、電源電極、グランド電極などはワイヤによって、回路基板 4 0 上の配線パターン 5 4 に接続される。前置増幅器 3 5 の入力電極は PD 3 4 の電極にワイヤによって接続される。さらに回路基板 4 0 の裏面には主増幅器 IC 5 3 (波形整形、タイミング調整を含む) が取り付けられている。

【 0 0 6 8 】

図 1 5 においてフェールの先端から回路基板の後端までの距離は約 1 5 mm、回路基板 4 0 の幅は約 5 mm である。そのような点も図 1 2 のものと同様である。柔軟な透光性樹脂によって光ファイバと PD の間の空間が満たされ、柔軟な保護樹脂 (不透明でもよい) によって前置増幅器 3 5、主増幅器 IC 5 3 が覆われる。さらにレセプタクルを付けて、エポキシ樹脂によってモールドされ樹脂封止パッケージ構造の素子となる。

【 0 0 6 9 】

この光受信器 (図 1 5) も、図 1、2 の従来例に比べて、面積で約 1 / 4、体

積で約 1 / 6 に減少した。優れた効果である。

#### 【 0 0 7 0 】

[ 実施例 6 ; 上下二重リードの光送信器 ( 図 1 6 ) ]

図 1 6 によって、光送信器に適用した実施例 6 を説明する。平坦な回路基板 6 0 は上下面に配線パターンが印刷してある。配線パターンにはいくつかの半田穴が穿孔されている。回路基板 6 0 の上には凹凸や穴を形成したサブマウント 6 1 が接着されている。サブマウント 6 1 は液晶ポリマーによって作られている。ここでは配線穴 6 2 や把持穴 6 3 が図示されている。より複雑な穴や凹部突起などを設けることも可能である。いずれにしても、原料樹脂を金型で成形するので凹凸や穴は一挙に作製できる。複雑な形状にしたいときは、サブマウントは 2 分割、あるいは 3 分割にして分割片を組み合わせるようにすればよい。サブマウント 6 1 の中央部には穴があって、その穴に S i ベンチ 6 4 が嵌込まれるようになっている。

#### 【 0 0 7 1 】

光伝送媒体は、ここではフェルール 6 5 によって保持される光ファイバ 6 6 である。フェルール 6 5 を保持するためにサブマウント 6 1 の前端部には大きい V 溝 6 7 が穿たれている。サブマウント 6 1 の中間部には光ファイバ 6 6 を保持するための浅い V 溝 6 8 が穿たれる。また S i ベンチ 6 4 にも光ファイバを保持するための浅い V 溝 6 9 が形成される。S i ベンチの V 溝 6 9 が十分な精度をもつようにするので、サブマウントの V 溝 6 8 は誤差が多少あっても差し支えない。

#### 【 0 0 7 2 】

S i ベンチ 6 4 はサブマウント 6 1 の凹部に嵌込まれて接着されている。S i ベンチ 6 4 の上で、光ファイバ 6 6 の延長線上の位置に、半導体レーザ L D 7 0 が固定される。半導体レーザ 7 0 の信号光が光ファイバ 6 6 の中に入り、ここから外部の媒体 ( 光ファイバ ) へと伝送される。

#### 【 0 0 7 3 】

L D 7 0 の背後には通常モニタ用 P D が設けられるのであるが、この実施例では L D の直ぐ背後には、駆動用 I C 7 1 がある。これは信号電流を L D に与えて L D を発光させるものである。

## 【 0 0 7 4 】

サブマウント 6 1 の上にも配線パターン 7 2 が設けられる。駆動用 I C 7 1 の電極パッドと配線パターン 7 2 はワイヤ 7 3 によって接続される。L D 7 0 の駆動電流は駆動用 I C 7 1 からワイヤ 7 4 を通して供給される。L D 7 0 が固定されるメタライズはワイヤ 7 5 によって、配線穴 6 2 の下に見える回路基板上の配線に接続される。サブマウント上の配線にはその他の素子を設けることもできる。ここでは、配線パターン 7 7、7 8 があってそれに C / R 素子 7 9 が半田付けされている様子を例示している。回路基板 6 0 の裏面には、電氣的素子、電子素子などが実装されている。実施例 6 の特徴はリードの構造である。回路基板の裏面からリード 8 0 が後ろ側に延長している。これは回路基板 6 0 の裏面に取り付けられた I C などのリード 8 0 である。サブマウント 6 1 の上面にも配線パターンが多数設けられ、その端子が後ろ側に突出している。また回路基板とサブマウントの間からもリードを外部に出すことができる。駆動用 I C のために 1 0 本 ~ 2 0 本の多数のリードが必要になる。リードを後ろ側へ延長させるにしても一層だけであると数が限られるが、この構造であると 2 層あるいは 3 層のリードを後ろに突出させることができる。数多くのリードを取り出して、外部回路と接続させることができる。

## 【 0 0 7 5 】

## 【発明の効果】

従来の光通信は光学系の後方に電気系という平面的構成があったのでサイズの小型化に限界があった。本発明は、今まで無視されていた光学系の下にある空間を電気系素子などの実装に有効利用する。本発明は、従来装置のほぼ半分のサイズに送信器、受信器、送受信器を小型化できる。

## 【 0 0 7 6 】

回路基板の上下に配置するから、L D や P D と I C をより近くへ接近させることができる。だから配線の取り廻しなどによる浮遊容量やインダクタンスの影響を大幅に低減できる。ノイズを遮断する性能も高まり高速応答性が向上する。

## 【 0 0 7 7 】

そのため 2 . 5 G b p s や 5 G b p s さらには、1 0 G b p s の送受信を行う

安定で信頼性の高い送受信器を生産できるという利点をも有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

光電素子モジュール、ICやR/C素子を実装した回路基板を長手方向に並べパッケージに収納した従来例にかかる光通信装置の平面図。

【図 2】

光電素子モジュール、ICやR/C素子を実装した回路基板を長手方向に並べパッケージに収納した従来例にかかる光通信装置の縦断面図。

【図 3】

図 1、2 の従来例にかかる光通信装置の金属パッケージに収納されたLDモジュールの部分の縦断面図。

【図 4】

本発明の実施例 1、2 にかかる光通信装置（LDモジュール又はPDモジュールを含む）の平面図。

【図 5】

本発明の実施例 1、2 にかかる光通信装置（LDモジュール又はPDモジュールを含む）の縦断面図。

【図 6】

本発明の実施例 1 にかかる光送信器のLDの部分の平面図。

【図 7】

本発明の実施例 1 にかかる光送信器のLDの部分の縦断面図。

【図 8】

本発明の実施例 2 にかかる光受信器のPDの部分の平面図。

【図 9】

本発明の実施例 2 にかかる光受信器のPDの部分の縦断面図。

【図 10】

本発明の実施例 3 にかかる光送受信器の平面図。送信器と受信器が隣接しているが全長が短い。

【図 11】

従来例にかかる光送受信器の平面図。送信器と受信器が隣接しており回路基板がうしろに長く伸びているから全長が長い。

【図 1 2】

本発明の実施例 4 にかかる光送信器の回路基板にサブマウント、フェルール、光ファイバ、S i 基板、L D、P D、L D 駆動 I C を搭載した状態の斜視図。

【図 1 3】

本発明の実施例 4 にかかる光送信器の、回路基板にサブマウント、光ファイバ、S i 基板、L D、P D、L D 駆動 I C を搭載し、フェルールにはレセプタクルを付けて、素子間を透光性樹脂、保護樹脂で覆い、硬質のエポキシ樹脂によってモールドした状態の縦断面図。

【図 1 4】

本発明の実施例 4 にかかる光送信器の、回路基板にサブマウント、光ファイバ、S i 基板、L D、P D、L D 駆動 I C を搭載し、フェルールにはレセプタクルを付けて、素子間を透光性樹脂、保護樹脂で覆い、硬質のエポキシ樹脂によってモールドした状態であって、横方向にリードピンを出した形式の素子全体の斜視図。

【図 1 5】

本発明の実施例 5 にかかる光受信器の、回路基板に、サブマウント、光ファイバ、S i 基板、P D、前置増幅器、主増幅器（波形整形、タイミング回路を含む）を搭載した状態の斜視図。

【図 1 6】

本発明の実施例 6 に係る光送信器の、配線パターンを印刷した回路基板に、サブマウント、S i 基板、光ファイバ、C / R 素子を実装し、ケースによって覆った状態を示す透視斜視図。

【符号の説明】

- 1 ケース
- 2 基板
- 3 光素子
- 4 I C



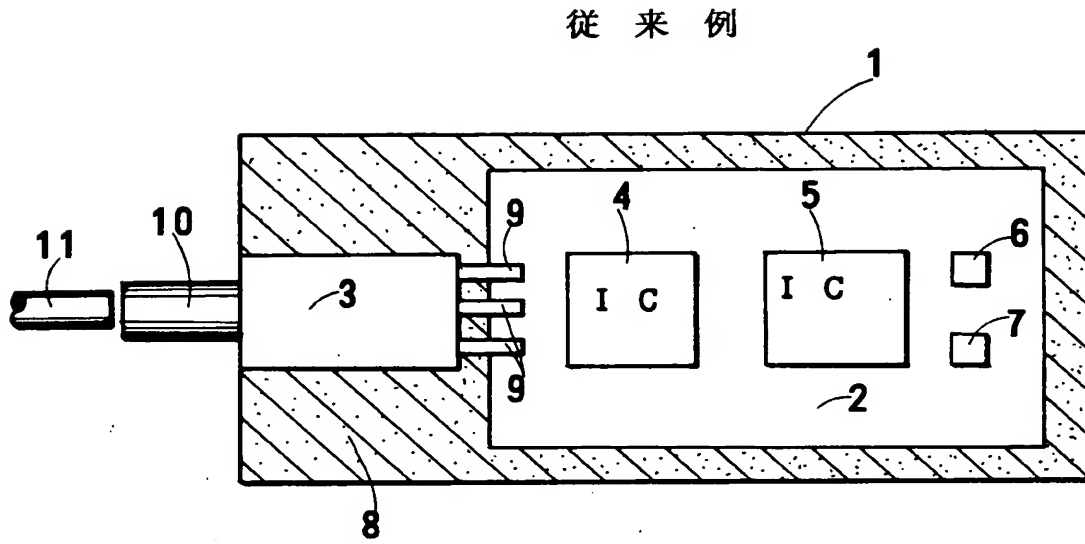
- 5 IC
- 6 R/C素子
- 7 R/C素子
- 8 空間
- 9 リードピン
- 10 レセプタクル
- 11 光ファイバ
- 12 ステム
- 13 LDチップ
- 14 PDチップ
- 15 ボール
- 16 レンズ
- 17 キャップ
- 18 スリーブ
- 19 開口部
- 20 回路基板
- 21 光素子
- 22 IC
- 23 レセプタクル
- 24 光ファイバ
- 25 IC
- 26 R/C
- 27 R/C
- 28 Si基板
- 29 モニタ用PD
- 30 LD
- 31 光ファイバ
- 32 フェルール
- 33 Si基板

- 3 4 P D チ ッ プ
- 3 5 増 幅 器
- 3 6 光 フ ァ イ バ
- 3 7 フ ェ ル ル
- 3 8 ケ ー ス
- 3 9 凹 段 部
- 4 0 回 路 基 板
- 4 1 サ ブ マ ウ ン ト
- 4 2 下 段 部
- 4 3 S i 基 板
- 4 4 L D 駆 動 用 I C
- 4 5 配 線 パ タ ー ン
- 4 6 A P C 制 御 I C
- 4 7 V 溝
- 4 8 透 光 性 樹 脂
- 4 9 保 護 樹 脂
- 5 0 モ ー ル ド 樹 脂
- 5 1 カ ー ド エ ッ ジ 部
- 5 3 主 増 幅 器
- 5 4 配 線 パ タ ー ン
- 6 0 回 路 基 板
- 6 1 サ ブ マ ウ ン ト
- 6 2 配 線 穴
- 6 3 把 持 穴
- 6 4 S i ベ ン チ
- 6 5 フ ェ ル ル
- 6 6 光 フ ァ イ バ
- 6 7 V 溝
- 6 8 V 溝

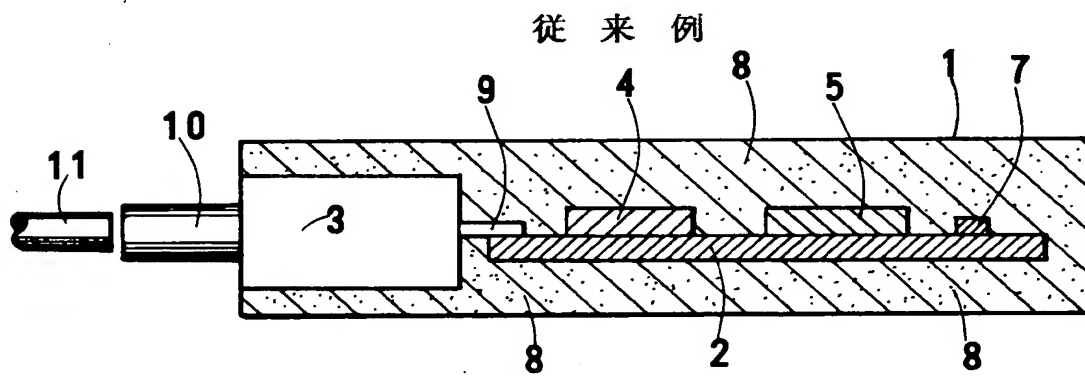
- 69 V溝
- 70 LD
- 71 駆動用IC
- 72 配線パターン
- 72' 上側リード
- 73 ワイヤ
- 74 ワイヤ
- 75 ワイヤ
- 77 配線パターン
- 78 配線パターン
- 79 C/R素子
- 80 下側リード
- 81 ケース

【書類名】 図面

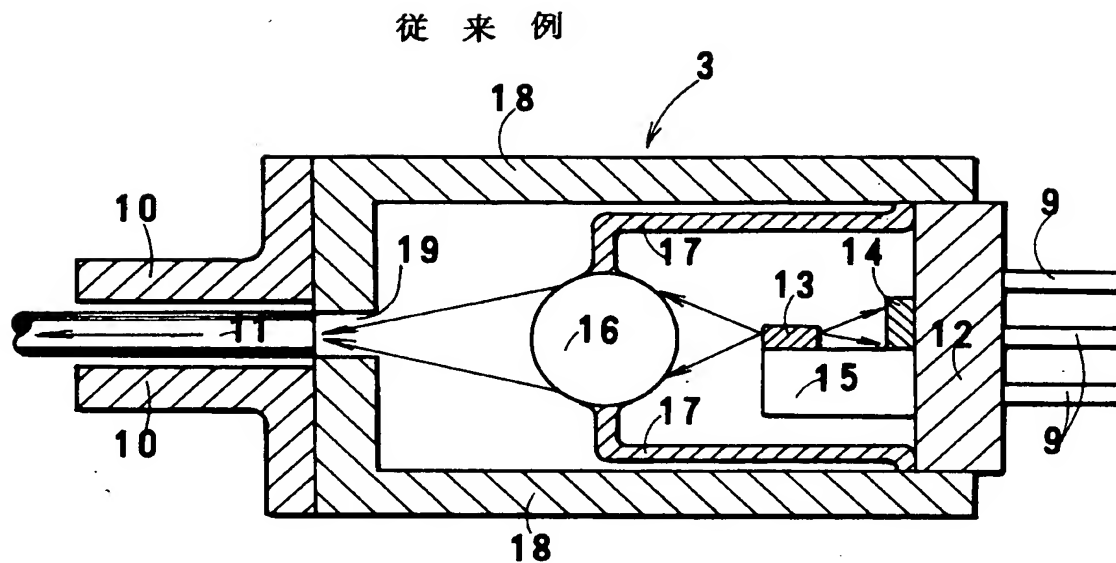
【図1】



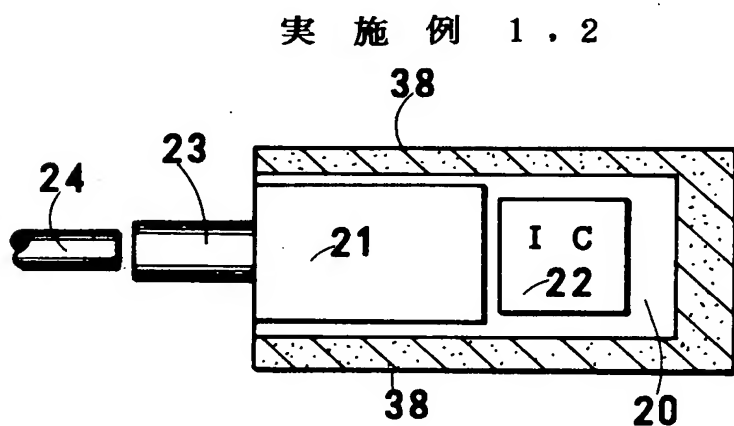
【図2】



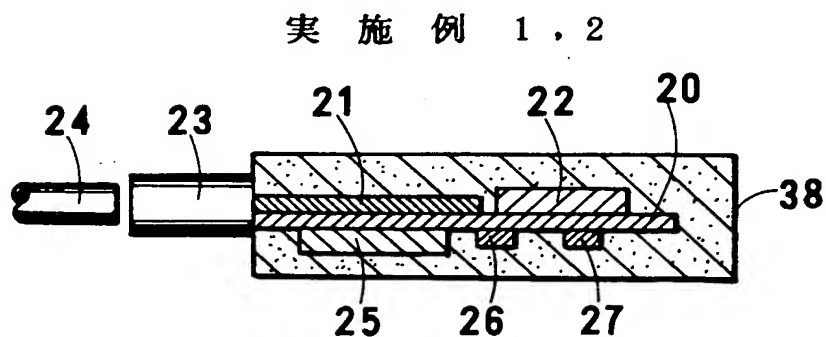
【図3】



【図4】

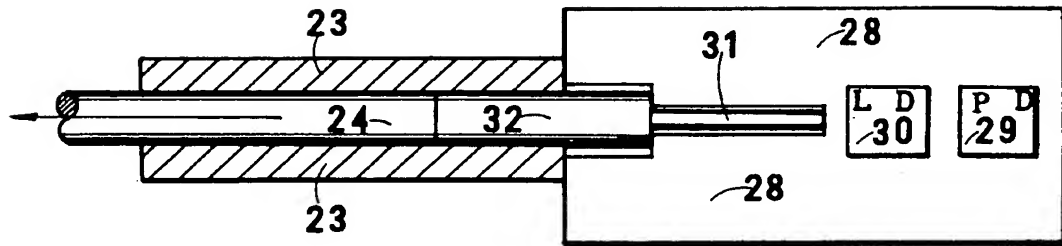


【図5】



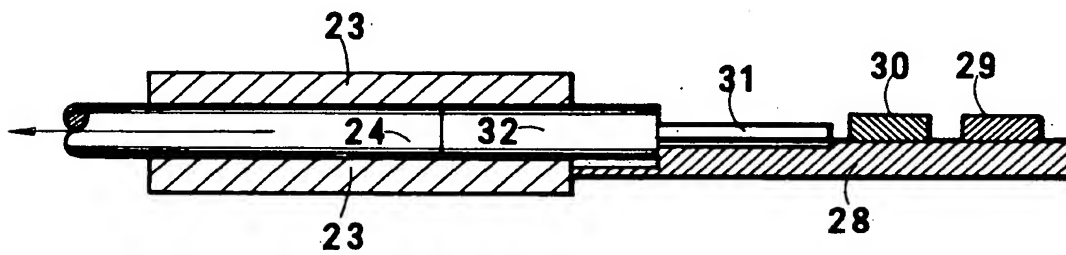
【図6】

実 施 例 1



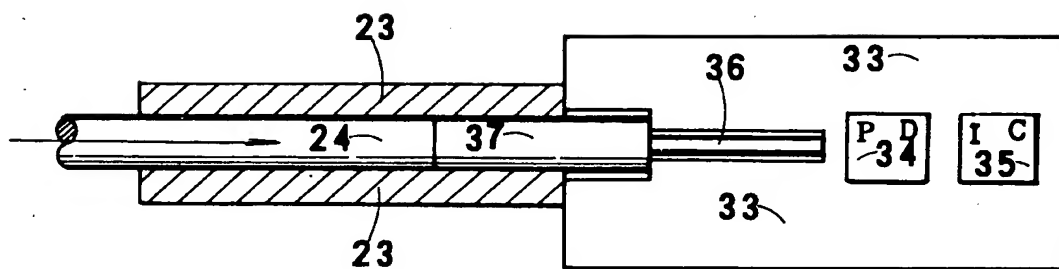
【図7】

実 施 例 1

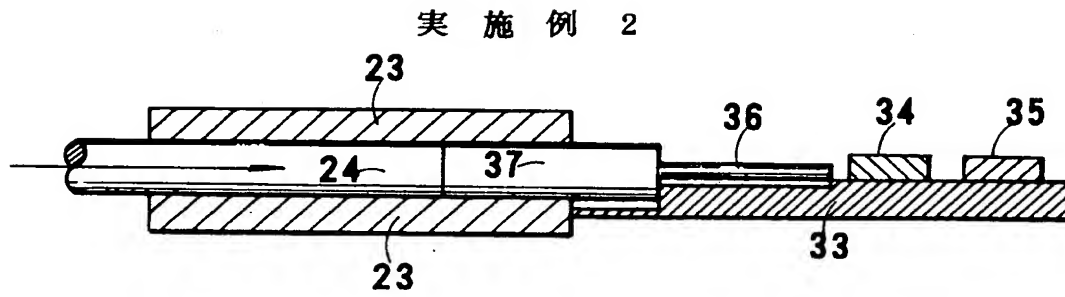


【図8】

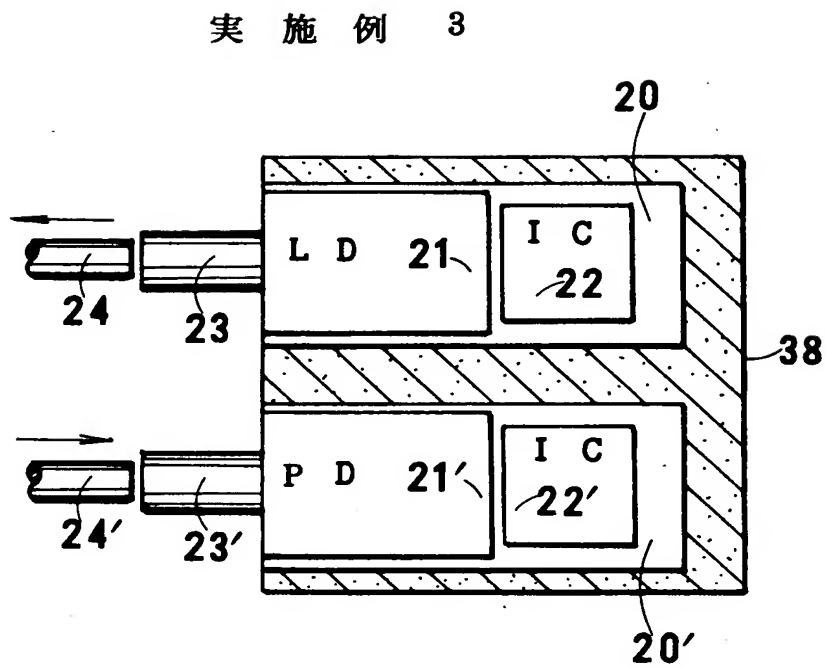
実 施 例 2



【図9】

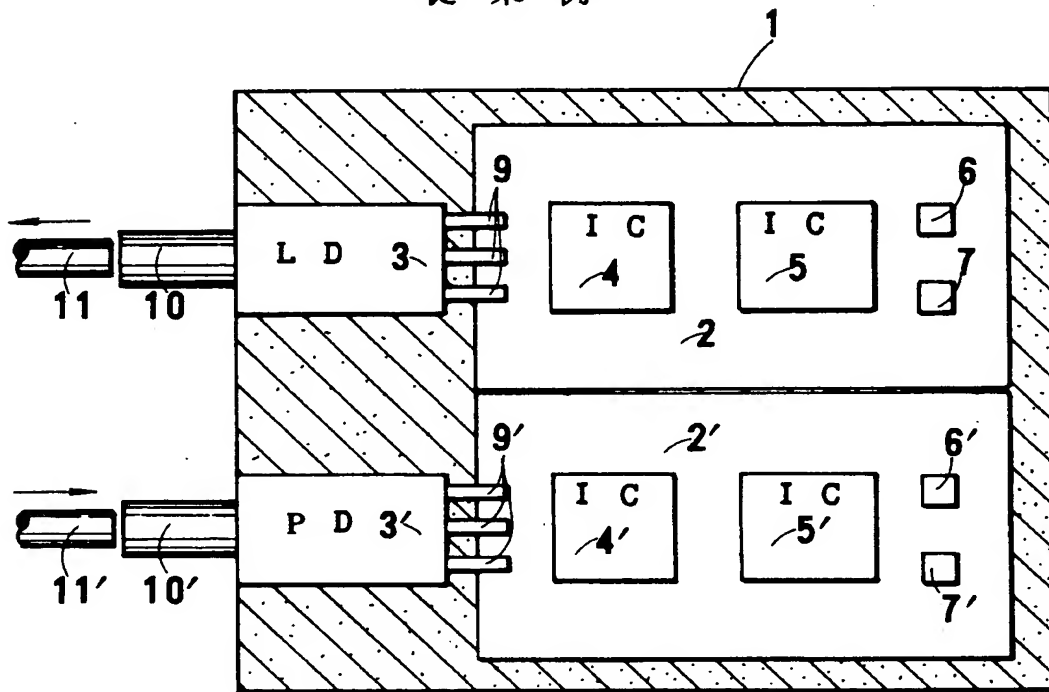


【図10】



【図11】

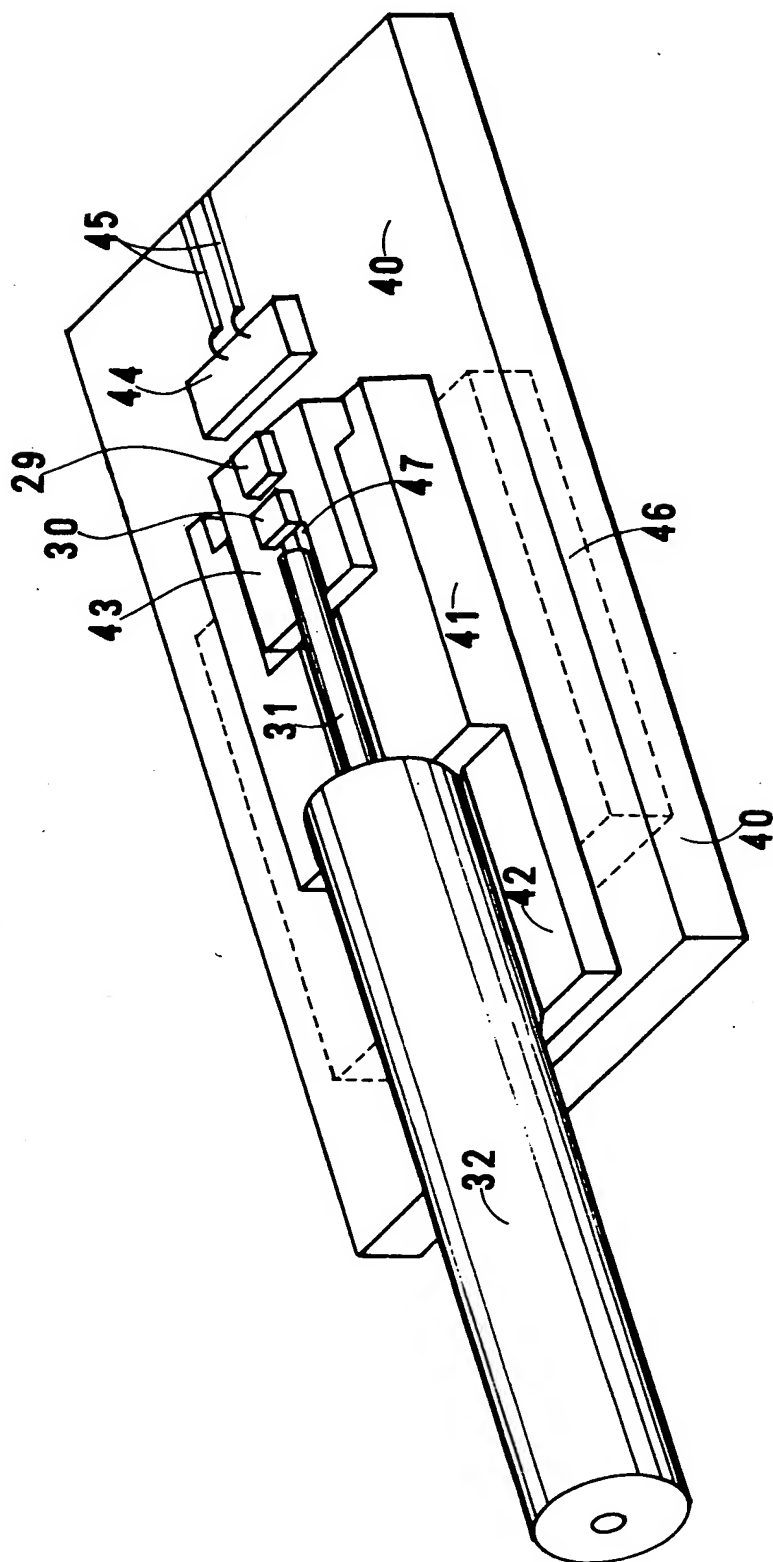
従来例





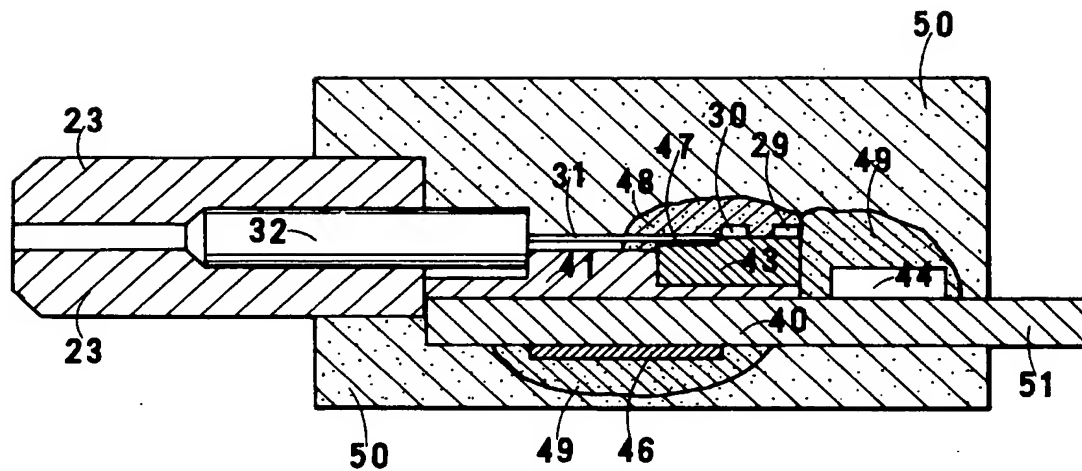
【図12】

実施例 4



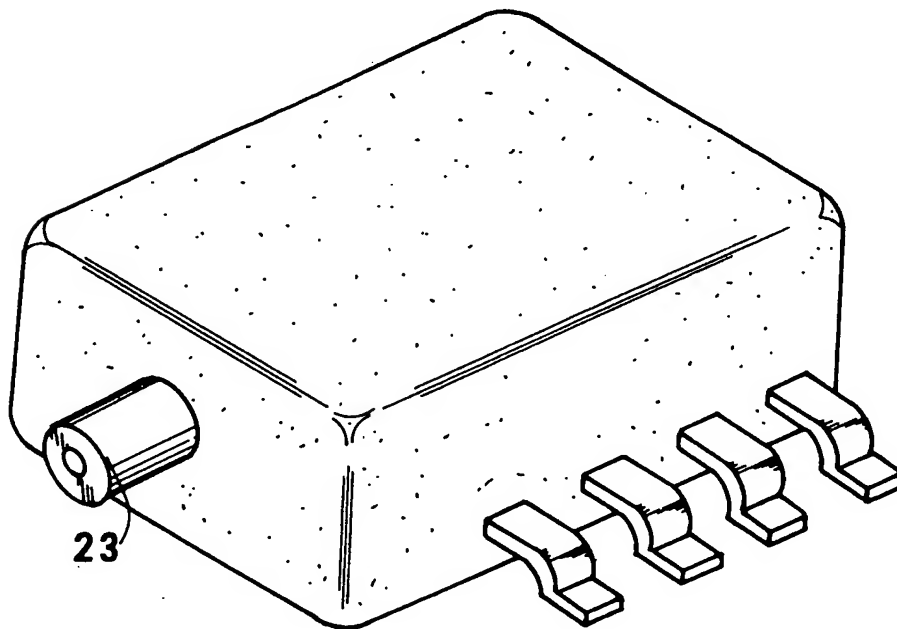
【図13】

実 施 例 4

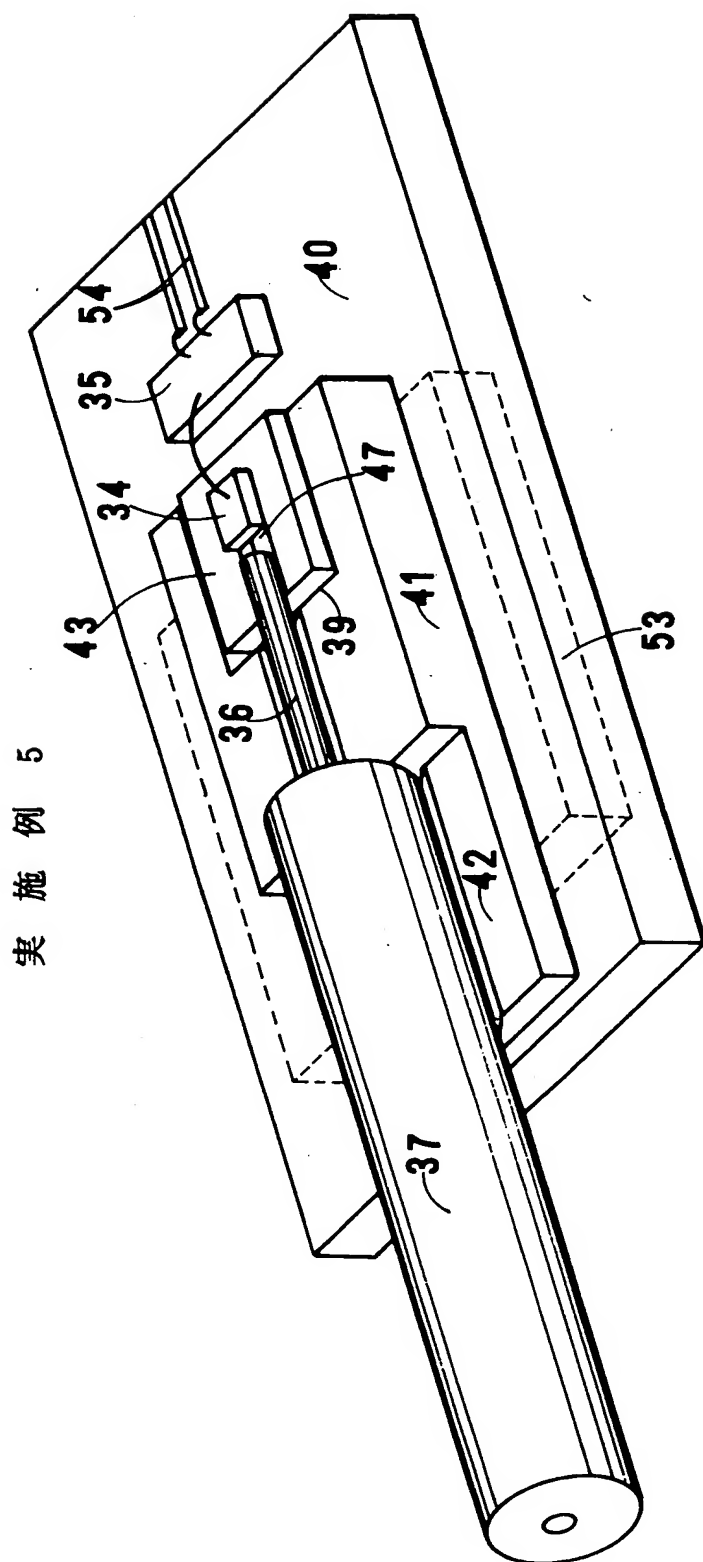


【図14】

実 施 例 4

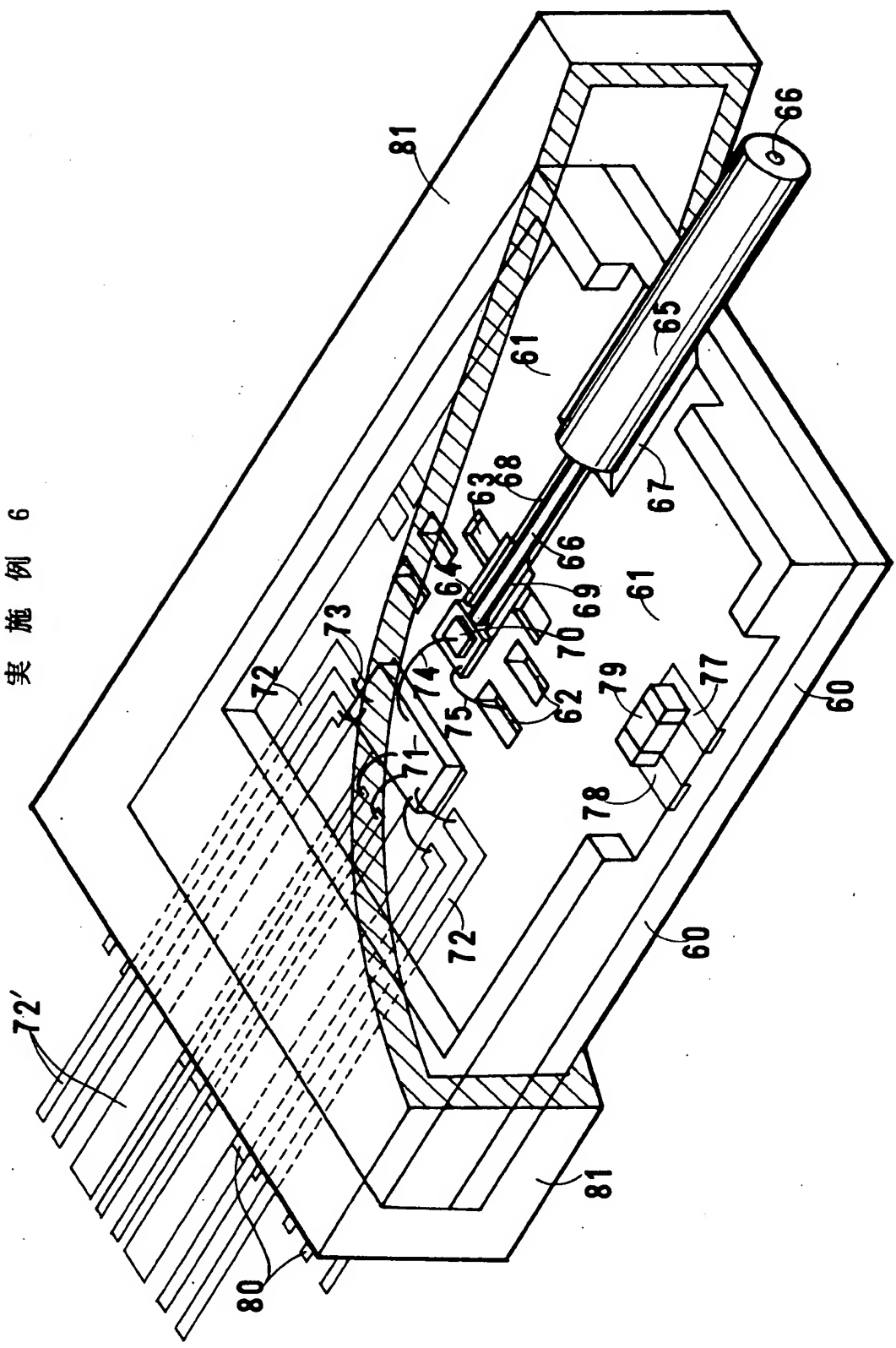


【図15】



【図16】

実施例 6



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型、低コストの光通信装置を提供すること。

【解決手段】 回路基板の表面には光学系部品（光ファイバ・光導波路、光電素子）と電子素子の一部、裏面には電子・電気素子を実装する。基板の上下の空間を有効利用することによって体積、面積を減少させ小型のデバイスを与える。

【選択図】 図 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 2 1 3 0 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[ 変更理由 ] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号

氏 名 住友電気工業株式会社